

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-197150

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 B 6/122

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/12

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-6698

(22) 出願日 平成8年(1996)1月18日

(71) 出願人 000004640

日本発条株式会社

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

(72) 発明者 増田 享哉

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

日本発条株式会社内

(72) 発明者 中山 浩志

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

日本発条株式会社内

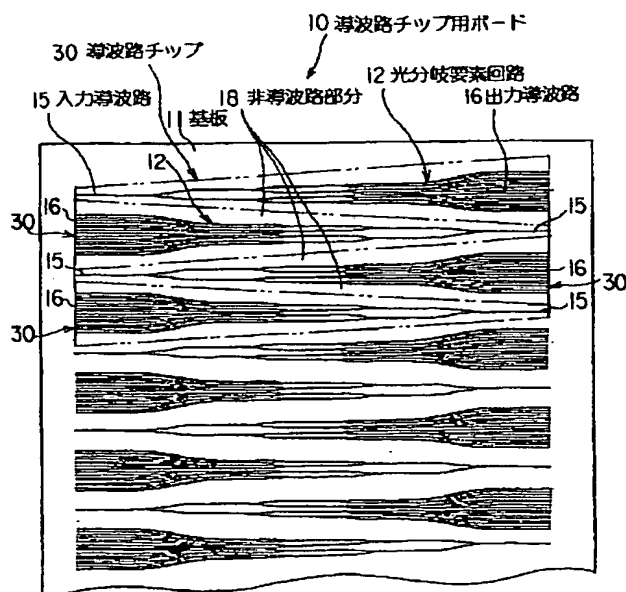
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 光分岐回路の導波路チップ用ボードおよび導波路チップの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 この発明の主たる目的は、1枚の基板から多数の導波路チップを歩留まりよく切出せるようにすることにある。

【解決手段】 導波路チップ用ボード10は、平板状の導波路基板11と、この基板11に形成された入力導波路15およびこの入力導波路15から光学的に分岐する複数の出力導波路16を含む2以上の光分岐要素回路12とを具備し、各要素回路12をそれぞれ入力導波路15と出力導波路16が交互に逆向きとなるように基板11の幅方向に隣り合わせかつ各要素回路12間に非導波路部分18を残して基板11上に要素回路12が形成されている。このボード10を非導波路部分18において切断することにより、入力導波路15側の幅が狭く出力導波路16側が広いテーパ状の導波路チップ30を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】平板状の導波路基板と、

上記導波路基板に形成された入力導波路およびこの入力導波路から光学的に分岐する複数の出力導波路を含む2以上の光分岐要素回路とを具備し、

上記光分岐要素回路をそれぞれ入力導波路と出力導波路が交互に逆向きとなるように導波路基板の幅方向に隣り合わせかつ各光分岐要素回路間にこれら要素回路を切離す際に切断される非導波路部分を残して上記要素回路を導波路基板上に形成したことを特徴とする光分岐回路の導波路チップ用ボード。

【請求項2】円板状の導波路基板と、

上記導波路基板に形成された入力導波路およびこの入力導波路から光学的に分岐しかつ上記導波路基板の径方向に延びる複数の出力導波路を含む2以上の光分岐要素回路とを具備し、

上記光分岐要素回路を全て入力導波路が上記導波路基板の中心側を向くように導波路基板の周方向に隣り合わせかつ各光分岐要素回路間にこれら要素回路を切離す際に切断される非導波路部分を残して上記要素回路を導波路基板上に形成したことを特徴とする光分岐回路の導波路チップ用ボード。

【請求項3】平板状の導波路基板に入力導波路とこの入力導波路から光学的に分岐する複数の出力導波路とを含む2以上の光分岐要素回路をそれぞれ入力導波路と出力導波路が交互に逆向きとなるように導波路基板の幅方向に隣り合わせて形成する工程

と、上記光分岐要素回路間の非導波路部分において導波路基板を切断することにより入力導波路側の幅が狭く出力導波路側の幅が広いテーパ状の導波路チップを切離す工程と、

を具備したことを特徴とする導波路チップの製造方法。

【請求項4】円板状の導波路基板に入力導波路とこの入力導波路から光学的に分岐する複数の出力導波路とを含む2以上の光分岐要素回路を全て入力導波路が上記導波路基板の中心側を向くように導波路基板の周方向に隣り合わせて放射状に形成する工程と、

上記光分岐要素回路間の非導波路部分において導波路基板を切断することにより入力導波路側の幅が狭く出力導波路側の幅が広いテーパ状の導波路チップを切離す工程と、

を具備したことを特徴とする導波路チップの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信あるいは光信号処理等の分野において、信号光を分岐する光分岐回路に使われる導波路チップ用ボードおよび導波路チップの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より光導波路中の光を分岐させるた

めの分岐構造として、Y分岐導波路や光方向性結合器が知られている。これらの分岐構造は、石英基板やシリコンウエハ等の導波路基板上に、二酸化けい素(SiO_2)やGaAsなどの半導体材料を主成分とするコアとクラッド層からなる光導波路を形成し、この光導波路によってY分岐導波路や光方向性結合器を構成している。そして上記分岐構造を導波路チップ内に集積化し、各導波路の端部を光ファイバに接続することにより、光分岐回路(光スターカプラ)として機能させることができる。

【0003】光分岐回路の構成は、たとえばY分岐導波路を用いた1入力16出力すなわち 1×16 分岐、あるいは方向性結合器を用いた2入力16出力すなわち 2×16 分岐などが代表的である。現在生産されている石英系シングルモード光ファイバは、クラッドおよびその外側の外皮を含む外径が約 $250 \mu\text{m}$ である。このため導波路端部における光ファイバとの接続部のピッチは約 $250 \sim 255 \mu\text{m}$ となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】たとえば 1×16 分岐のスターカプラでは、導波路チップ1個当たりのサイズは入力導波路側の幅が $500 \sim 1000 \mu\text{m}$ もあれば十分であるが、反対側の出力導波路側の幅は $250 \mu\text{m} \times 16 = 4000 \mu\text{m}$ 以上も必要となる。これらの寸法により、理想的な導波路チップの形状は、図7に2点鎖線で輪郭を示す導波路チップ1のように、入力側の端面1aの幅W1を上底、出力側の端面1bを下底、チップ全長Hを高さとする台形となる。

【0005】しかしながら従来の導波路チップの製造方法では、図8に示す 1×16 分岐の導波路2を有するスターカプラのように、平板状の導波路基板3の片側の辺3aに導波路2の入力側を一樣に揃え、反対側の辺3bに導波路2の出力側を所定ピッチで一樣に揃えるような配置で基板3の幅方向に複数の導波路2を並べて形成したのち、各導波路2間の非導波路部分4で基板3を切断することにより、導波路チップを切離すようにしていた。こうして製造された従来の導波路チップは、導波路2を内包する長方形すなわち光の伝搬方向に長い矩形チップ形状であり、その両端において光ファイバと接続される。

【0006】このため従来の製造方法では、1枚の円形基板あるいは矩形の基板から切出すことのできる導波路チップ数は、基板の出力側の寸法すなわち 16 分岐であれば $250 \mu\text{m} \times 16 = 4000 \mu\text{m}$ 程度の長さをいくつとることができるかによって決まってしまう。つまり導波路チップを長方形に切断すると、チップの入力側では導波路が存在しない領域の占める面積が多くなり、その分だけ無駄なチップ面積をとり、1枚の基板から得られるチップ数が少なくなってしまう。このことは歩留まりの悪化につながる。

【0007】一方、光導波路の製造に用いる装置は、成膜技術やエッチング技術などに関してLSIなどの半導体チップを製造する装置と共通しているため、導波路製造装置によって処理される基板は円形のウエハであることが前提条件となっている。こうした円形のウエハから長方形の導波路チップを切出すと、1枚の基板から得られるチップ数が限られてしまい、コストアップにつながってしまう。

【0008】従って本発明の目的は、基板に形成される複数の分岐導波路の配置を改善することにより、1枚の基板から導波路チップを歩留まりよく切出すことができる導波路チップ用ボードと、導波路チップの製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を果たすために開発された第1の観点による本発明の導波路チップ用ボードは、請求項1に記載したように、平板状の導波路基板と、上記導波路基板に形成された入力導波路およびこの入力導波路から光学的に分岐する複数の出力導波路を含む2以上の光分岐要素回路とを具備し、上記光分岐要素回路をそれぞれ入力導波路と出力導波路が交互に逆向きとなるように導波路基板の幅方向に隣り合わせかつ各光分岐要素回路間にこれら要素回路を切離す際に切断される非導波路部分を残して上記要素回路を導波路基板上に形成したものである。

【0010】また第2の観点による本発明の導波路チップ用ボードは、請求項2に記載したように、円板状の導波路基板と、上記導波路基板に形成された入力導波路およびこの入力導波路から光学的に分岐しかつ上記導波路基板の径方向に延びる複数の出力導波路を含む2以上の光分岐要素回路とを具備し、上記光分岐要素回路を全て入力導波路が上記導波路基板の中心側を向くように導波路基板の周方向に隣り合わせかつ各光分岐要素回路間にこれら要素回路を切離す際に切断される非導波路部分を残して上記要素回路を導波路基板上に形成したことを特徴とする。

【0011】そして第1の観点による本発明の製造方法は、請求項3に記載したように、平板状の導波路基板に入力導波路とこの入力導波路から光学的に分岐する複数の出力導波路とを含む2以上の光分岐要素回路をそれぞれ入力導波路と出力導波路が交互に逆向きとなるように導波路基板の幅方向に隣り合わせて形成する工程と、上記光分岐要素回路間の非導波路部分において導波路基板を切断することにより入力導波路側の幅が狭く出力導波路側の幅が広いテーパ状の導波路チップを切離す工程とを具備している。

【0012】また第2の観点による本発明の製造方法は、請求項4に記載したように、円板状の導波路基板に入力導波路とこの入力導波路から光学的に分岐する複数の出力導波路とを含む2以上の光分岐要素回路を全て入

力導波路が上記導波路基板の中心側を向くように導波路基板の周方向に隣り合わせて放射状に形成する工程と、上記光分岐要素回路間の非導波路部分において導波路基板を切断することにより入力導波路側の幅が狭く出力導波路側の幅が広いテーパ状の導波路チップを切離す工程とを具備している。

【0013】本発明の製造方法によって切出される導波路チップは、従来の長方形の導波路チップに比較すると、基板の入力側において導波路が存在しない面積が減少し、歩留まりが大幅に向上する。また、円板状の基板（ウエハ）から導波路チップを切出す場合において無駄がきわめて少ないチップ形状が提供される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に本発明の一実施形態について、図1から図5を参照して説明する。図1に示した導波路チップ用ボード10は、導波路基板11上に2以上の光分岐要素回路12が形成されている。これらの光分岐要素回路12は、それぞれ1本の入力導波路15と、この入力導波路15から光学的に2本ずつ多段に分岐して最終的な分岐数が16本になる出力導波路16とを含む1入力16出力（1×16分岐）のスターコブラを構成している。分岐構造の一例は図2に示すようなY分岐であるが、図3に示すような方向性結合器を用いた分岐構造、あるいは2入力16出力（2×16分岐）のスターコブラであってもよい。

【0015】上記複数の光分岐要素回路12は、図1に示すように入力導波路15と出力導波路16が交互に逆向きとなるように導波路基板11の幅方向に隣り合わせて配置されている。各要素回路12間には、要素回路12を切離す際に切断される非導波路部分18が設けられている。

【0016】上記導波路チップ用ボード10の製造方法の一例を以下に述べる。図4に示すようにSiウエハあるいは石英等からなる基板11の表面にCVD法（Chemical Vapor Deposition：化学気相蒸着法）あるいはFHD法（FlameHydrolysis Deposition：火炎堆積法）などの膜形成方法によって、SiO₂を主成分とする低屈折率の下部クラッド層21を形成する。また、下部クラッド層21の上に、SiO₂にドーパ剤を添加するなどの手段によって屈折率をクラッド層21よりも0.2%～0.4%程度高めたコア22を形成する。なお、屈折率を下げるドーパ剤をクラッド層21に添加することにより、クラッド層21の屈折率を下げる方法をとってもよい。

【0017】上記コア22の表面に、フォトリソを基にフォトリソによって所定の導波路パターンを形成したのち、RIE（Reactive Ion Etching）などの方法によってエッチングを行うことにより、所定パターンの導波路コア22を成形する。その後、再びCVD法あるいはFHD法などによりコア22を埋込むように上部ク

5

ラッド層 25 を形成する。これによって、ステップインデックス型屈折率分布をもつ光分岐要素回路 12 が形成される。

【0018】なお、コア 22 の屈折率をドーパ剤の添加によって予め高めに設定しておき、加熱によりドーパ剤を熱拡散させるなどの導波路製造方法を用いて、グレーテッド型の屈折率分布をもつ導波路を形成してもよい。また、上記の説明とは異なる公知の導波路製造プロセスによって、グレーテッドインデックス型の屈折率分布をもつ導波路を形成してもよい。図 4 は埋込み型導波路構造であるが、図 5 に示すようなリッジ型導波路構造を CVD 法によって形成してもよい。

【0019】上記工程によって製造された導波路チップ用ボード 10 (図 1) を、図示しないカットによって図 1 中に 2 点鎖線で示す位置で切断することにより、入力導波路 15 側の幅が狭く、出力導波路 16 側の幅が広いテーパ状の導波路チップ 30 が切出される。

【0020】上記実施形態では、導波路パターンの原版となるフォトリソマスクを設計製作する際に光分岐要素回路 12 のパターンを図 1 のように配置しておき、実際の導波路形成時にこのフォトリソマスクにより微細加工を実施すれば、所定の導波路パターンを基板 11 上に作ることができる。これにより、図 8 の従来例に比較して、同じ大きさの基板 11 から導波路チップ 30 の数をほぼ 2 倍とすることができる。このような実施形態の導波路配置であっても、導波路形成後の研磨・切断工程を何ら問題なく処理することができる。

【0021】図 6 にこの発明の他の実施形態の導波路チップ用ボード 10 を示す。この実施形態の導波路チップ用ボード 10 は、円板状の導波路基板 11 と、この導波路基板 11 に形成された 2 以上の光分岐要素回路 12 とを具備している。これらの光分岐要素回路 12 は、それぞれ 1 本の入力導波路 15 と、入力導波路 15 から 2 本ずつ多段に分岐して最終的な分岐数が 16 本になる出力導波路 16 を含んでいる。出力導波路 16 は基板 11 の径方向に延びている。これらの光分岐要素回路 12 は全て入力導波路 15 が基板 11 の中心 C 側を向くように基板 11 の周方向に所定ピッチで隣り合わせて放射状に配置されている。各要素回路 12 間には導波路チップ 30 を切離す際に切断される非導波路部分 18 が設けられている。

【0022】このような実施形態の導波路チップ用ボード 10 も、前述した第 1 の実施形態のものと同様に、Si ウェハあるいは石英等からなる基板 11 の表面に CV

6

D 法あるいは FHD 法等の膜形成方法と RIE 等によって形成される。そして導波路形成後に、図 6 中に 2 点鎖線で示す位置で切断することにより、入力導波路 15 側の幅が狭く、出力導波路 16 側の幅が広いテーパ状の導波路チップ 30 が切出される。

【0023】このような円形の基板 (ウェハ) 11 から切出されるテーパ状の導波路チップ 30 であれば、半導体の製造に使用されるシリコンウェハや石英ウェハ等の円形の基板 11 上に無駄なスペースをほとんどとらずに歩留まりよく多分岐導波路チップ 30 を形成することができる。

【0024】さらに図 6 に示す上下一対の導波路チップ 30 a のように、基板 11 の中心 C を点対称の中心として対向する一対の光分岐要素回路 12 a, 12 b の各導波路 15 が互いに連続するような形状に導波路チップ 30 a を切出すことによって、 $N \times N$ ($N = 2, 4, 8, 16, \dots$) のスターコプラを容易に製造することができる。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、1 枚の基板から多数の導波路チップを歩留まりよく切出すことができ、導波路チップの低コスト化に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態を示す導波路チップ用ボードの一部の平面図。

【図 2】 図 1 に示されたボードにおける Y 分岐導波路の平面図。

【図 3】 光方向性結合器を示す平面図。

【図 4】 図 2 中の IV-IV 線に沿う埋込み型導波路の断面図。

【図 5】 リッジ型導波路の断面図。

【図 6】 本発明の第 2 の実施形態を示す導波路チップ用ボードの一部の平面図。

【図 7】 導波路チップの平面図。

【図 8】 従来の導波路チップ用ボードの一部を示す平面図。

【符号の説明】

10…導波路チップ用ボード

11…導波路基板

12…光分岐要素回路

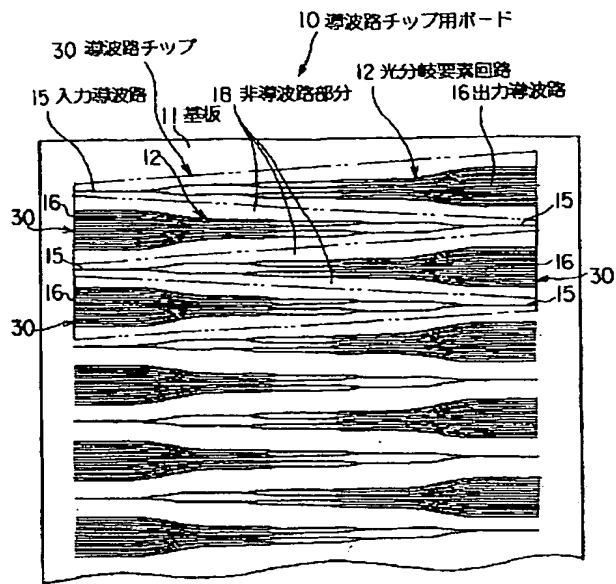
15…入力導波路

16…出力導波路

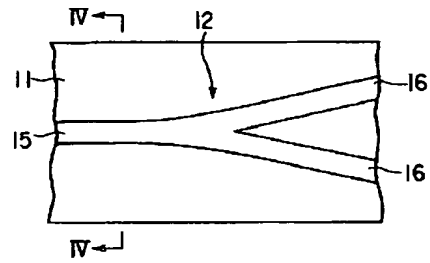
18…非導波路部分

30…導波路チップ

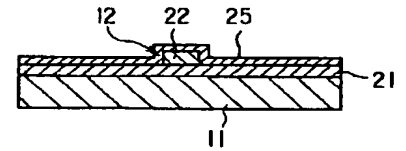
【図 1】



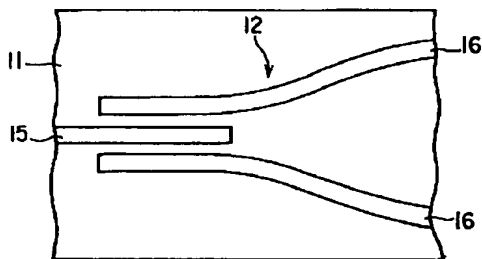
【図 2】



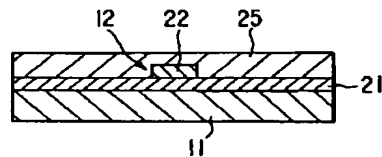
【図 5】



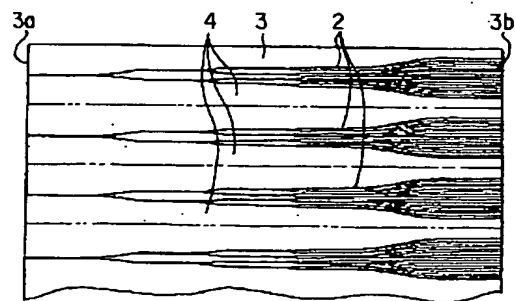
【図 3】



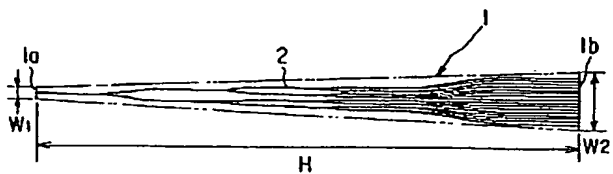
【図 4】



【図 8】



【図 7】



【図6】

